

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-084625

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

G03F 1/08
H01L 21/027
H01L 27/108
H01L 21/8242

(21)Application number : 09-344764

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 15.12.1997

(72)Inventor : FUJIMOTO HIROMASA

(30)Priority

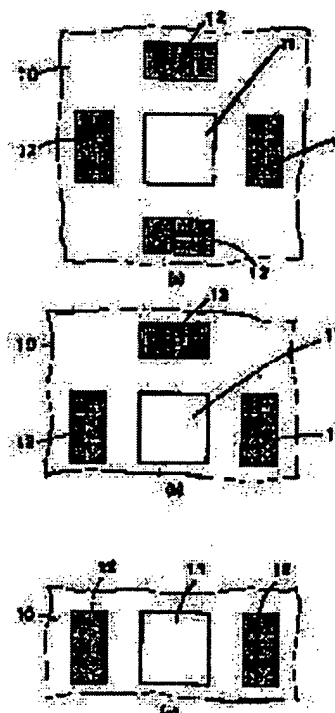
Priority number : 09181266 Priority date : 07.07.1997 Priority country : JP

(54) MASK FOR PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICE AND PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily form a fine contact hole without decreasing the wavelength of an exposure light source by arranging auxiliary light transmitting regions near the light-transmitting region for formation of a contact hole in such a manner that the phase of transmitted light in the auxiliary light-transmitting region is different from the phase in the light transmitting region for the formation of a contact hole.

SOLUTION: An auxiliary light-transmitting region 12 is arranged near a square light-transmitting region 11 for formation of a contact hole in such a manner that the phase and transmittance of the transmitted light in the auxiliary light-transmitting region 12 is different from those in the light-transmitting region for formation of a contact hole. Also, a light-shielding region 10 is formed. For example, when a square light-transmitting region for formation of a contact hole is to be formed, four rectangular auxiliary light-transmitting regions 12 are formed near the four sides of the light-transmitting region 11 in such a manner that the phase and transmittance for the transmitted light in the auxiliary region differ from those in the light-transmitting region 11 for formation of a contact hole. Or for example, three rectangular auxiliary light-transmitting regions 12 are arranged near the three sides of a square light-transmitting region 11 for formation of a contact hole in such a manner that the phase and transmittance of the transmitted light in the auxiliary regions differ from those in the light-transmitting region 11 for formation of a contact hole.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-84625

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月28日

(51) Int. Cl.⁴

識別記号

P I

G 0 3 F 1/08
H 0 1 L 21/027
27/109
21/8242

G 0 3 F 1/08 A
H 0 1 L 21/30 5 0 2 P
5 2 8
27/10 6 8 1 B

審査請求 未請求 請求項の数の範囲 OL (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平9-344764

(22) 出願日 平成9年(1997)12月15日

(31) 優先権主張番号 特願平9-181268

(32) 優先日 平9(1997)7月7日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 藤本 裕雅

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

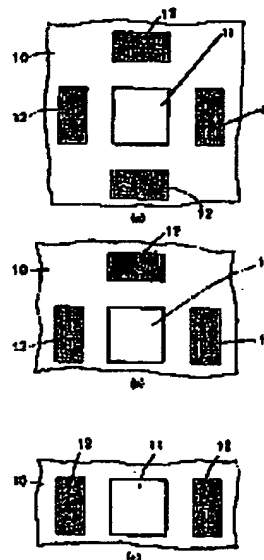
(74) 代理人 弁理士 宮井 暎夫

(54) 【発明の名称】 半導体装置製造用マスクおよび半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 露光波長を変更することなしに微細なコンタクトホールを容易に形成する。

【解決手段】 コンタクトホール形成用透光領域11に近接してコンタクトホール形成用透光領域11とは透過光の位相が異なる補助透光領域12を配置した半導体装置製造用位相シフト型マスクを用いて露光を行うことにより、DRAM等の半導体集積回路のビット線コンタクトホールやストレージノードコンタクトホールを形成する。



10 透光領域
11 コンタクトホール形成用透光領域
12 補助透光領域

(2)

特開平11-84625

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンタクトホール形成用透光領域に近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項2】 コンタクトホール形成用透光領域に近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項3】 多数のコンタクトホール形成用透光領域を並列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を異ならせたことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項4】 多数のコンタクトホール形成用透光領域を並列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を異ならせたことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項5】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項6】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項7】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項8】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項9】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項10】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項11】 マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

2

【請求項12】 マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項13】 コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、前記コンタクト形成用透光領域の最外周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相がコンタクト形成用透光領域と同一である光学補正領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項14】 光学補正領域のうち、最外周コーナ一部分に近接した光学補正領域と、前記最外周コーナ一部分以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なっていることを特徴とする請求項13記載の半導体装置製造用マスク。

【請求項15】 コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、前記コンタクト形成用透光領域の最外周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項16】 光学補正領域のうち、最外周コーナ一部分に近接した光学補正領域と、前記最外周コーナ一部分以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なっていることを特徴とする請求項15記載の半導体装置製造用マスク。

【請求項17】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、前記コンタクト形成用透光領域の補助透光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と同一な光学補正領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項18】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、前記コンタクト形成用透光領域の補助透光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置したことを特徴とする半導体装置製造用マスク。

【請求項19】 コンタクトホール形成用透光領域に近

(3)

特開平11-84825

3

接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項20】 コンタクトホール形成用透光領域に近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項21】 多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を異ならせた半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項22】 多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を異ならせた半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項23】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項24】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項25】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項26】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

4

【請求項27】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項28】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項29】 マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、マトリクス配置されたDRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成すると同時に、方形に近接した4個の前記ストレージノードコンタクトホールの間において4個の前記補助透光領域で囲まれた位置に前記DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項30】 マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、マトリクス配置されたDRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成すると同時に、方形に近接した4個の前記ストレージノードコンタクトホールの間において4個の前記補助透光領域で囲まれた位置に前記DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項31】 コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、前記コンタクト形成用透光領域の最外周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相がコンタクト形成用透光領域と同一である光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項32】 光学補正領域のうち、最外周コーナ部分に近接した光学補正領域と、前記最外周コーナ部以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なっていることを特徴とする請求項31記載の半導体装置の製造方法。

【請求項33】 コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、前記コンタクト形成用透光領域の最外

(4)

特開平11-84625

5

周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項34】 光学補正領域のうち、最外周コーナ一部分に近接した光学補正領域と、前記最外周コーナ部以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なっていることを特徴とする請求項33記載の半導体装置の製造方法。

【請求項35】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助露光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、前記コンタクト形成用透光領域の補助露光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と同一な光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項36】 方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接して前記コンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助露光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、前記コンタクト形成用透光領域の補助露光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが靱性転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば位相シフト型の半導体装置製造用マスクおよび、この半導体装置製造用マスクを用いてレジストを露光し、レジストをマスクとしてエッチングを行うことにより、半導体集積回路、例えばDRAMにおける各種コンタクトホールを形成する半導体装置の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ（いわゆる、DRAM）等の半導体集積回路の製造工程においては、素子間を電気的に接続するために、例えば絶縁膜を挟んだ上層配線と下層配線との間の電気的接続を得るために、絶縁膜にコンタクトホールを形成す

6

る工程が必要となる。これは、半導体集積回路の集積度を高める上で重要な技術である。

【0003】コンタクトホールの形成工程では、フォトリソグラフィ工程およびコンタクトホールエッチング工程が必要である。特に、フォトリソグラフィ工程によって、形成されるコンタクトホールの寸法が決定される。フォトリソグラフィ工程によってコンタクトホールを形成する際、コンタクトホールの寸法が露光に用いる光の波長と同程度になると、光の回折効果による光の拡がりによって光がコンタクトホール形成用透光領域で弱められ、コンタクトホール形成が困難となる。

【0004】図8は、半導体装置製造用マスクにおけるマトリクス配列された多数の正方形のコンタクトホール形成用透光領域81と、このコンタクトホール形成用透光領域81を形成した半導体装置製造用マスクを用いて形成された実際のコンタクトホール82とを概略的に示すものである。なお、80は半導体装置製造用マスクにおける透光領域である。

【0005】上記の図8は、半導体装置製造用マスクにおいてコンタクトホール形成用透光領域81どうしが近接して形成される場合、例えばDRAMにおけるストレージノードコンタクトホールなどの場合を示している。この場合において、半導体装置製造用マスクを透過する光が回折によってコンタクトホール形成用透光領域81の外まで拡がり、コンタクトホール形成用透光領域81が近接している場合において、近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域81の回折光が重なって強度が高くなり、その結果2個のコンタクトホール形成用透光領域81の間の透光領域もコンタクトホール形成用透光領域81と同程度にまで露光してしまうことになる。したがって、フォトリソグラフィ工程によって形成される実際のコンタクトホール82は、図8で示したように、コンタクトホール形成用透光領域81の間隔の狭い方の並び方向につながって形成されてしまう。なお、上記において、コンタクトホール形成用透光領域81の一辺は0.24 μ m、コンタクトホール形成用透光領域81の縦方向の配列ピッチは0.5 μ m以下であり、横方向の配列ピッチは0.8 μ m程度である。

【0006】一方、露光に用いる光の位相差を利用して解像度を向上させる方法として、位相シフト法がある。この位相シフト法では、半導体装置製造用マスク上に透過光の位相異なった2種類の領域を設けることにより、光の干渉を利用して透過光の光強度に強弱を生じさせ、これによって解像度を向上させる方法である。位相シフト法を用いたマスクには、レベンソン型マスクやハーフトーン型マスクなどがある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】半導体集積回路の集積度が高まるにつれて、コンタクトホール寸法やコンタクトホール間隔は小さくなり、コンタクトホール形成は困

(5)

特開平11-84625

7

量になる。この問題を解決するため、従来は、フォトリソグラフィ工程で用いる露光装置の光露波長を g 線、 i 線、 KrF エキシマレーザというように短くして、より小さなコンタクトホール形成を可能としてきた。しかしながら、光露波長の短波長化には限界がある。

【0008】また、位相シフト法では、微細な直線を形成することは容易であるが、コンタクトホールの形成は困難である。したがって、本発明の目的は、露光波長を変更することなしに微細なコンタクトホールを容易に形成することができる半導体装置製造用マスクおよび半導体装置の製造方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の課題を解決するため、コンタクトホール形成に最適化した半導体装置製造用マスクを用いたフォトリソグラフィ工程を行うことにより、従来より微細なコンタクトホールの形成を実現するものである。本発明によれば、マスクの変更と、露光方法の最適化（光強度、露光時間等の最適化）を行うだけで、露光用光源の波長を短くすることなしに容易に微細コンタクトホールの形成が可能となる。

【0010】

【発明の実施の形態】請求項1記載の半導体装置製造用マスクは、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0011】請求項2記載の半導体装置製造用マスクは、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

8

なり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0012】請求項3記載の半導体装置製造用マスクは、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を異ならせたことを特徴とする。この構成によると、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を異ならせたので、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0013】請求項4記載の半導体装置製造用マスクは、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を異ならせたことを特徴とする。この構成によると、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を異ならせたので、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0014】請求項5記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域

(5)

特開平11-84625

9

域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0015】請求項6記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0016】請求項7記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが

10

可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0017】請求項8記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0018】請求項9記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0019】請求項10記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコ

(7)

特開平11-84625

11

ンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0020】請求項11記載の半導体装置製造用マスクは、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。しかも、補助透光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置の光強度を増大させることができ、その位置に他のコンタクトホールを同時に形成することができ、工程数を削減できる。

【0021】請求項12記載の半導体装置製造用マスクは、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したことを特徴とする。この構成によると、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置したので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が

12

生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。しかも、補助透光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置の光強度を増大させることができ、その位置に他のコンタクトホールを同時に形成することができ、工程数を削減できる。

【0022】請求項13記載の半導体装置製造用マスクは、コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、コンタクト形成用透光領域の最外周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相がコンタクト形成用透光領域と同一である光学補正領域を配置したことを特徴とする。なお、限界転写可能パターンサイズより小さい大きさは、露光してもレジストに転写されることがない大きさを意味する。以下、同様の意味で用いている。

【0023】この構成によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に光学補正領域のパターンを設けたことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0024】さらに、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に、光学補正領域を設けたことにより、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項14記載の半導体装置製造用マスクは、請求項13記載の半導体装置製造用マスクにおいて、光学補正領域のうち、最外周コーナ一部分に近接した光学補正領域と、最外周コーナ部以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なっている

(8)

特開平11-84625

13

ことを特徴とする。

【0025】この構成によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周コーナー部分と最外周コーナー部分以外とで、光学補正領域の大きさを定めることにより、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部分全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項15記載の半導体装置製造用マスクは、コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、コンタクト形成用透光領域の最外周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置したことを特徴とする。

【0026】この構成によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に光学補正領域のパターンを設けたことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0027】さらに、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に、光学補正領域を設けたことにより、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項16記載の半導体装置製造用マスクは、請求項15記載の半導体装置製造用マスクにおいて、光学補正領域のうち、最外周コーナー部分に近接した光学補正領域と、最外周コーナー部以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なることを特徴とする。

【0028】この構成によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周コーナー部分と最外周コーナー部分以外とで、光学補正領域の大きさを定めることにより、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部分全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項17記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接

14

してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助露光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、コンタクト形成用透光領域の補助露光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と同一な光学補正領域を配置したことを特徴とする。

【0029】この構成によれば、コンタクトホール形成用透光領域の補助露光領域の配置されていない2方向の一端部および他端部（以下、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部と略する）に光学補正領域のパターンを設けたことにより、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域においても、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際にコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0030】さらに、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部とで、光学補正領域を設けたことにより、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項18記載の半導体装置製造用マスクは、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助露光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、コンタクト形成用透光領域の補助露光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置したことを特徴とする。

【0031】この構成によれば、コンタクトホール形成用透光領域の補助露光領域の配置されていない2方向の

(9)

特開平11-84625

15

一端部および他端部（以下、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部と略する）に光学補正領域のパターンを設けたことにより、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域においても、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際にコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半

【0032】さらに、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部とで、光学補正領域を設けたことにより、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項1記載の半導体装置の製造方法は、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0033】この方法によると、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

16

【0034】請求項20記載の半導体装置の製造方法は、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。この方法によると、コンタクトホール形成用透光領域に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0035】請求項21記載の半導体装置の製造方法は、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を異ならせた半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。この方法によると、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を異ならせた半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0036】請求項22記載の半導体装置の製造方法は、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を異ならせた半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。

17

この方法によると、多数のコンタクトホール形成用透光領域を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を異ならせた半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0037】請求項23記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0038】この方法によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0039】請求項24記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0040】この方法によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2型にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透光光の位相および

18

透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光露の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0041】請求項25記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0042】この方法によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光露の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より繊細なDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0043】請求項26記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる縮小透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0044】この方法によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透光と補助透光領域の透光とが回折

(11)

特開平11-84625

19

し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0045】請求項27記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することとを特徴とする。

【0046】この方法によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0047】請求項28記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、DRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することとを特徴とする。

【0048】この方法によると、方形のコンタクトホール形成用透光領域の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相

20

および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0049】請求項29記載の半導体装置の製造方法は、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、マトリクス配置されたDRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成すると同時に、方形に近接した4個のストレージノードコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置にDRAMセルのビット線コンタクトホールを形成することとを特徴とする。

【0050】この方法によると、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。しかも、補助透光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置の光強度を増大させることができ、その位置にDRAMセルのビット線コンタクトホールを同時に形成することができ、工程数を削減できる。

【0051】請求項30記載の半導体装置の製造方法は、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光することにより、マトリクス配置されたDRAMセルのストレージノードコンタクトホールを形成すると同時に、方形に近接した4個のストレージノードコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置にD

(12)

特開平11-84625

21

RAMセルのビット線コンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0052】この方法によると、マトリクス配置された方形のコンタクトホール形成用透光領域の頂点に近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光するので、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。しかも、補助透光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置の光強度を増大させることができ、その位置にDRAMセルのビット線コンタクトホールを同時に形成することができ、工程数を削減できる。

【0053】請求項31記載の半導体装置の製造方法は、コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、コンタクト形成用透光領域の最外周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相がコンタクト形成用透光領域と同一である光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0054】この方法によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に光学補正領域のパターンを設けた半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光露の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一であ

22

る半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0055】さらに、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項32記載の半導体装置の製造方法は、請求項31記載の半導体装置の製造方法において、光学補正領域のうち、最外周コーナー部分に近接した光学補正領域と、最外周コーナー部以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なっていることを特徴とする。

【0056】この方法によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周コーナー部分と最外周コーナー部分以外とで、光学補正領域の大きさを変えることにより、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部分全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項33記載の半導体装置の製造方法は、コンタクト形成用透光領域がマトリクス状に配置され、コンタクト形成用透光領域の最外周から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体集積回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0057】この方法によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に光学補正領域のパターンを設けた半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光露の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0058】さらに、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項34記載の半導体装置の製造方法は、請求項33記載の半導体装置の製造方法において、光学補正領域のうち、最外周コーナー部分に近接した光学補正領域

(13)

特開平11-84625

23

と、前記最外周コーナー部以外に近接した光学補正領域とで、大きさが異なることを特徴とする。

【0059】この方法によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周コーナー部分と最外周コーナー部分以外とで、光学補正領域の大きさを異なることにより、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部分全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項35記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、コンタクト形成用透光領域の補助透光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と同一な光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体装置回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0060】この方法によれば、コンタクト形成用透光領域の補助透光領域の配置されていない2方向の一端部および他端部（以下、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部と略する）に光学補正領域のパターンを設けた半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域においても、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際にコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光露の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光露の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0061】さらに、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項36記載の半導体装置の製造方法は、方形のコンタクトホール形成用透光領域の相対する2辺にそれ

24

ぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相が異なる補助透光領域を配置したものをマトリクス状に配置し、コンタクト形成用透光領域の補助透光領域の配置されていない2方向周辺から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写可能パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接コンタクト形成用透光領域と異なった光学補正領域を配置した半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、半導体装置回路のコンタクトホールを形成することを特徴とする。

【0062】この方法によれば、コンタクト形成用透光領域の補助透光領域の配置されていない2方向の一端部および他端部（以下、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部と略する）に光学補正領域のパターンを設けた半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域においても、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際にコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光露の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光露の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0063】さらに、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。以下、実施の形態について詳細に述べる。

（第1の実施の形態）図1は本発明の半導体装置製造用位相シフト型マスクの第1の実施の形態について説明したものである。この半導体装置製造用位相シフト型マスクは、図1(a)、(b)、(c)に示すように、正方形のコンタクトホール形成用透光領域11に近接してコンタクトホール形成用透光領域11とは透過光の位相および透過率異なる補助透光領域12を配置している。なお、10は遮光領域である。

【0064】特に、図1(a)は、正方形のコンタクトホール形成用透光領域11の4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域11とは透過光の位相お

(14)

特開平11-84625

25

および透過率が異なる長方形の4個の補助透光領域12を配置したマスクパターンを示している。ここで、コンタクトホール形成用透光領域11の1辺は露光光の波長程度の長さで例えば0.24 μ m、コンタクトホール形成用透光領域11と補助透光領域12との間隔は例えば0.1 μ m、補助透光領域12の短辺および長辺の長さはそれぞれ例えば0.12 μ m（露光光の波長の半分程度の長さ）、0.24 μ m（コンタクトホール形成用透光領域11の1辺と同じ長さ）である。

【0065】また、図1(b)は、正方形のコンタクトホール形成用透光領域11の3辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域11とは透過光の位相および透過率が異なる長方形の3個の補助透光領域12を配置したマスクパターンを示している。ここで、コンタクトホール形成用透光領域11および補助透光領域12の寸法および両者の間隔は図面(a)と同様である。

【0066】また、図1(c)は、正方形のコンタクトホール形成用透光領域11の相対する2辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域11とは透過光の位相および透過率が異なる長方形の2個の補助透光領域12を配置したマスクパターンを示している。ここで、コンタクトホール形成用透光領域11および補助透光領域12の寸法および両者の間隔は図面(a)と同様である。

【0067】上記した補助透光領域12の透過光の位相は、コンタクトホール形成用透光領域11の透過光の位相に対して、 $180^\circ \pm 90^\circ$ の範囲、つまり $90^\circ \sim 270^\circ$ の範囲であれば位相シフトの作用が得られ、 180° のときが最も効果大きい。また、透過光の透過率は0を超え1以下の範囲で任意に設定することができる。上記の補助透光領域の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホールの寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。

【0068】この実施の形態の半導体装置製造用位相シフト型マスクによれば、コンタクトホール形成用透光領域11の2～4辺にそれぞれ近接してコンタクトホール形成用透光領域11とは透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域12を配置したことにより、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域11の透過光と補助透光領域12の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域11と補助透光領域12との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域12の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域11の周辺領域の回折による光強度の増強を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホ

26

ールの形成を実現することが可能となる。

【0069】なお、この実施の形態では、コンタクトホール形成用透光領域11の周辺に補助透光領域12を配置したマスクパターンを3種類のみ示したが、コンタクトホール形成用透光領域11の中心に対して傾斜的な配置であれば、補助透光領域12がどのように配置されても同様な効果を得られる。例えば、補助透光領域12がコンタクトホール形成用透光領域11の全域を包囲する矩形形状または円環状となってもよい。

【0070】また、透過率については、コンタクトホール形成用透光領域11と補助透光領域12とで同じ値であってもよい。つまり、コンタクトホール形成用透光領域11と補助透光領域12とで透過光の位相のみ異なるものも実施の形態として含まれる。この点は、以下の実施の形態でも同様である。また、図1(c)のマスクパターンの場合には、コンタクトホール形成用透光領域11の周辺のうち補助透光領域12を設けた辺の周辺的光強度を増大させることによって、結果的に補助透光領域12を設けていない辺の周辺的光強度を相対的に低下させることも可能である。このようにすると、2個のコンタクトホール形成用透光領域11の間に補助透光領域12を設けずに、それらの間の領域の光強度を低下させることができ、結果的に2個のコンタクトホール形成用透光領域11の間隔を狭くできる。

【0071】（第2の実施の形態）図2は本発明の半導体装置製造用位相シフト型マスクの第2の実施の形態について説明したものである。この半導体装置製造用位相シフト型マスクは、図2に示すように、多数の正方形のコンタクトホール形成用透光領域21、22をマトリクス状に整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域21、22の透過光の位相および透過率を異ならせている。なお、20は透光領域である。また、この例では、コンタクトホール形成用透光領域21、22は、縦方向および横方向ともに同じ間隔で配列しているが、縦方向の間隔と横方向の間隔とは同じである必要はない。上記のコンタクトホール形成用透光領域21、22の1辺は露光光の波長程度の長さで例えば0.24 μ mで、それらの配列ピッチは縦方向および横方向とも0.4～0.5 μ m程度である。

【0072】上記したコンタクトホール形成用透光領域22の透過光の位相は、コンタクトホール形成用透光領域21の透過光の位相に対して、 $180^\circ \pm 90^\circ$ の範囲、つまり $90^\circ \sim 270^\circ$ の範囲であれば位相シフトの作用が得られ、 180° のときがもっとも位相シフトの効果大きい。また、透過光の透過率は0を超え1以下の範囲で任意に設定することができる。

【0073】上記のコンタクトホール形成用透光領域21、22の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホールの寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。この第2の実施の

(15)

特開平11-84625

27

形態の半導体装置製造用位相シフト型マスクによれば、多数のコンタクトホール形成用透光領域21、22を並列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域21、22の透過光の位相および透過率を異ならせたので、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域21、22の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域21、22の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域21、22の透過光の位相を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域21、22の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0074】なお、透過率については、コンタクトホール形成用透光領域21、22で同じ値であってもよい。（第3の実施の形態）図3、図4および図5は、本発明の第3の実施の形態のDRAMの製造工程について説明したものである。なお、この実施の形態では、他の領域部分の記載は省略してある。

【0075】DRAM基本セル形成に必要なコンタクトホールを図3に示す。図3において、31がストレージノードコンタクトホールであり、32がビット線コンタクトホールである。DRAMでは、1個のビット線コンタクトホール32に対して、2個のストレージノードコンタクトホール31が存在する。したがって、ビット線コンタクトホール32に比べて、ストレージノードコンタクトホール31は、図中の上下方向では密集している。

【0076】このようなストレージノードコンタクトホール31の形成に際しては、図1(c)に示した半導体装置製造用位相シフト型マスクが有効である。図4に、ストレージノードコンタクトホールを形成するためのマスクへの適応例を示す。図4において、40が透光領域であり、41が正方形のストレージノードコンタクトホール形成用透光領域であり、42がストレージノードコンタクトホール形成用透光領域とは透過光の位相および透過率の異なる補助透光領域である。

【0077】この実施の形態では、マトリクス状に配置されたストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41において、その配置ピッチの広い方の辺に近接して補助透光領域42を配置し、補助透光領域42の透過光の位相および透過率を適正に設定することにより、配置ピッチの大きい方向の光強度を増大させることにより、配置ピッチが小さい方における2個のストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41の間の光強度

28

を相対的に低く抑えるという手法を採用している。

【0078】上記のストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41の一边は露光光の波長程度の長さで例えば0.24 μ mであり、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41の縦方向の配列ピッチは例えば0.4 μ m、横方向の配列ピッチは例えば0.8 μ mである。また、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41と補助透光領域42との間隔は例えば0.1 μ m程度であり、補助透光領域42の短辺および長辺は例えば0.12 μ m、0.24 μ mである。この半導体装置製造用位相シフト型マスクを用いると、実際に作成されるストレージノードコンタクトホール43は、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41の配置ピッチの大きい方向が長径方向となる楕円形に形成され、密集していた上下方向間隔に対するマージンが増加する。その結果、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。特に、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41の配置ピッチの小さい方向のストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41の辺に近接して補助透光領域を配置する必要がないので、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域41の配置ピッチをいっそう小さくすることが可能となる。

【0079】つぎに、DRAMの製造工程への適応例を図5を使用して説明する。まず、図5(a)に示すように、半導体基板52上に酸化珪素膜51を形成する。つぎに、図5(b)に示すように、フォトリソスト53を塗布し、その後、図4に示した半導体装置製造用位相シフト型マスクによって図5(c)に示すように、ストレージノードコンタクトホール形成領域に開口を有するフォトリソストパターン54を形成する。最後に、図5(d)に示すように、ドライエッチング工程により、酸化珪素膜51の開口を行い、ストレージノードコンタクトホール55が完成する（図5(d)）。

【0080】なお、この実施の形態では、DRAMの基本セルについて述べたが、一般のLSI製造工程においても同様な効果があることは言うまでもない。

（第4の実施の形態）図6は、本発明の第4の実施の形態のDRAMの製造工程について説明したものである。DRAMの集積度が高まってくると、ストレージノードコンタクトホールに比べてコンタクトホール間隔に余裕があったビット線コンタクトホール間隔も密集してくる。このようなビット線コンタクト形成に際しては、図1(b)に示した半導体装置製造用位相シフト型マスクが有効である。図6に、ビット線コンタクトホールを形成するためのマスクへの適応例を示す。図6において、

(15)

特開平11-84625

29

60が透光領域であり、61がビット線コンタクトホール形成用透光領域であり、62がビット線コンタクトホール形成用透光領域と透過光の位相および透過率が異なる補助透光領域である。

【0081】この半導体装置製造用位相シフト型マスクを用いると、実際に作成されるビット線コンタクトホール63は、楕円形に形成され、ビット線コンタクトホール63の面積として十分な大きさが実現可能となる。なお、ビット線コンタクトホール63の中心位置が下方方向に移動しているが、半導体装置製造用位相シフト型マスクの中心位置を露光による中心移動量を考慮して形成しておけば問題はない。

【0082】この実施の形態によると、ビット線コンタクトホール形成用透光領域61の透過光と補助透光領域62の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域61と補助透光領域62との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域62の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域61の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より繊細なDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0083】なお、この実施の形態では、DRAMのビット線コンタクトホールの形成について述べたが、一般のLSI製造工程においても同様な効果があることは言うまでもない。また、図1(a)に示した半導体装置製造用位相シフト型マスクを用いてDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を実現することも、上記と同様に可能である。

【0084】(第5の実施の形態) 図7は、本発明の第5の実施の形態のDRAMの製造工程について説明したものである。DRAMの集積度が高まってくると、コンタクトホール寸法が小さくなり、コンタクトホールのアスペクト比が高くなり、また重ね合わせマージンも小さくなっていく。そのため、従来のようにビット線コンタクトホールを形成した後、一気にストレージノードコンタクトホールを形成することが困難となってくる。そこで、ビット線コンタクトホール形成時に予めストレージノードコンタクトホール部分の開口を行う必要がある。しかしながら、各コンタクトホール間隔が近すぎて、形成は困難である。

【0085】今、図7に示すように、補助透光領域71をマトリクス状に配置されたストレージノードコンタクトホール形成用透光領域72の周辺に配置し、すなわち正方形のストレージノードコンタクトホール形成用透光領域72の4個の頂部に近接して補助透光領域71を配置した半導体装置製造用位相シフト型マスクを作成す

30

る。なお、70は透光領域である。

【0086】この半導体装置製造用位相シフト型マスクを使用すれば、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域72に対応して、ストレージノードコンタクトホール74が形成される。さらに、露光条件を最適化すれば4個の補助透光領域71で囲まれた領域に対応して、光の干渉によってその領域の光強度を増大させることができ、その領域にビット線コンタクトホール73が形成される。

【0087】なお、ビット線コンタクトホール73の形成の不要な部分では、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域72を包囲する補助透光領域71の個数を、例えば3個あるいは2個にするなどして、4個の補助透光領域71で囲まれた領域ができないようにすればよい。以上のように、この実施の形態の半導体装置製造用位相シフト型マスクを使用することにより、ビット線コンタクトホール73とストレージノードコンタクトホール74の同時形成が可能となる。

【0088】以上説明したように、この実施の形態によれば、繊細なコンタクトホールの形成が容易に実現可能である。また、補助透光領域71の透過光の干渉によって、ビット線コンタクトホール73とストレージノードコンタクトホール74の同時形成が可能となるため、工程数の削減が実現される。

(第6の実施の形態) 図9は、本発明の半導体装置製造用位相シフト型マスクの第6の実施の形態について説明したものである。

【0089】この半導体装置製造用位相シフト型マスクは、図9に示すように、透光領域90上に、多数の正方形のコンタクト形成用透光領域91および92が形成されている。ここで、コンタクト形成用領域91とコンタクト形成用領域92とは、透過光の位相が異なっている。また、コンタクト形成用透光領域91、92の最外周部から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが異なる転写パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接のコンタクト形成用領域91、92とは異なる(他の例として、同一の場合もある)光学補正領域93および94が配置されている。ここで、光学補正領域93とコンタクト形成用透光領域91、光学補正領域94とコンタクト形成用透光領域92とは同一位相である。なお、この例では、コンタクト形成用透光領域91および92は、縦方向および横方向の間隔ともに同じ間隔で配列しているが、縦方向の間隔と横方向の間隔とは同じである必要はない。上記のコンタクト形成用透光領域91および92の一边は露光に用いる光の波長程度の長さで、例えばKrFエキシマレーザ光源を用いる場合、 $0.24\mu\text{m}$ で、それらの配列のピッチは、 $0.4\sim 0.5\mu\text{m}$ 程度である。また、光学補正領域93および94の大きさの、長辺は露光に用いる波長の半分程度の長さで、例えばKrFエキシマレーザ光源を用いる場

(17)

特開平11-84625

31

合は0.12 μ m程度である。また、上記の限界転写可能パターンサイズより小さい大きさは、露光してもレジストに転写されることがない大きさを意味する。

【0090】なお、光学補正領域93とコンタクト形成用透光領域91の間隔、光学補正領域94とコンタクト形成用透光領域92の間隔は、補正の効果の大きさから言えば狭い方が良いが、実際のマスク製造精度を考慮すると、0.10 μ m程度が妥当であると考えられる。上記したコンタクト形成用透光領域92の透過光の位相は、コンタクト形成用透光領域91の透過光の位相に

対して、180度 \pm 90度の範囲であれば位相シフトの効果は得られ、180度の時がもっとも位相シフト効果が大きい。また、透過光の透過率は0を超え1以下の範囲で任意に設定することができる。

【0091】上記のコンタクトホール形成用透光領域91、92の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホール寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。また、上記の光学補正領域93、94の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホール寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。

【0092】この第6の実施の形態の半導体装置製造用位相シフト型マスクによれば、多数のコンタクトホール形成用透光領域91、92を整列配置し、かつ近接した2個のコンタクトホール形成用透光領域91、92の透過光の位相および透過率を異ならせたので、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域91、92の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域91、92の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域91、92の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域91、92の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0093】さらに、コンタクトホール形成用透光領域91、92の最外周部に光学補正領域93、94のパターンを設けたことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域91、92においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域91、92と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域91、92と光学補正領域93、94の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域91、92の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域93、

32

94の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域91、92の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0094】さらに、コンタクトホール形成用透光領域91、92の最外周部に、光学補正領域93、94を設けたことにより、全てのコンタクトホール形成用透光領域91、92の光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。

（第7の実施の形態）図10は、本発明の半導体装置製造用位相シフト型マスクの第7の実施の形態について説明したものである。

【0095】この半導体装置製造用位相シフト型マスクは、図10に示すように、透光領域100上に、多数の正方形のコンタクト形成用透光領域101および102が形成されている。ここで、コンタクト形成用透光領域101とコンタクト形成用透光領域102とは、透過光の位相が異なっている。また、コンタクト形成用透光領域101、102の最外周部から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが限界転写パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接のコンタクト形成用透光領域101、102と異なる（他の例として、同一の場合もある）光学補正領域103、104、105および106が配置されている。ここで、光学補正領域103、106とコンタクト形成用透光領域101、光学補正領域104、105とコンタクト形成用透光領域102とは同一位相である。なお、この例では、コンタクト形成用透光領域101および102は、縦方向および横方向の間隔ともに同じ間隔で配列しているが、縦方向の間隔と横方向の間隔とは同じである必要はない。上記のコンタクト形成用透光領域101および102の一边は露光に用いる光の波長程度の長さで、例えばKrFエキシマレーザー光源を用いる場合0.24 μ mで、それらの配列のピッチは、0.4 \sim 0.5 μ m程度である。また、光学補正領域103および104の大きさは、光学補正領域105および106の大きさと異なった大きさとしてある。

【0096】なお、光学補正領域113、114、115、116とコンタクト形成用透光領域111、112の間隔は、補正の効果の大きさから言えば狭い方が良いが、実際のマスク製造精度を考慮すると、0.10 μ m程度が妥当であると考えられる。上記したコンタクト形成用透光領域92の透過光の位相は、コンタクト形成用

(18)

特開平11-84625

33

透光領域91の透過光の位相に対して、 $180^\circ \pm 90^\circ$ 度の範囲であれば位相シフトの効果は得られ、 180° 度の時がもっとも位相シフト効果大きい。また、透過光の透過率は0を超え1以下の範囲で任意に設定することができる。

【0097】上記のコンタクトホール形成用透光領域101、102の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホール寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。また、上記の光学補正領域103、104、105および106の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホール寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。

【0098】この第7の実施の形態の半導体装置製造用位相シフト型マスクによれば、コンタクトホール形成用透光領域101、102の最外周部に光学補正領域103、104、105、106のパターンを設けたことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域101、102においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域101、102と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域101、102と光学補正領域103、104、105、106の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域101、102の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域103、104、105、106の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域101、102の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0099】さらに、コンタクトホール形成用透光領域101、102の最外周コーナー部分と最外周コーナー部分以外とで、光学補正領域103、104、105、106の大きさを変えることにより、コンタクトホール形成用透光領域101、102の最外周部分全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。

【0100】なお、同様な効果は、図11に示した光学補正領域のパターンの配置によっても実現可能である。図11において、110は透光領域、111および112はコンタクト形成用透光領域、113～116は光学補正領域である。コンタクト形成用透光領域111とコンタクト形成用透光領域112とは透過光の位相が異なる。また、光学補正領域113、116はコンタクト形成用透光領域111と透過光の位相が同一であり、光学

34

補正領域114、115はコンタクト形成用透光領域112と透過光の位相が同一である。なお、図10との違いは、最外周コーナー部のコンタクト形成用透光領域111とコンタクト形成用透光領域112に対応した光学補正領域113、114が、コンタクト形成用透光領域111とコンタクト形成用透光領域112の角部分に1個だけ配置しているであることである。

【0101】（第8の実施の形態）図12は、本発明の半導体装置製造用位相シフト型マスクの第8の実施の形態について説明したものである。この半導体装置製造用位相シフト型マスクは、図12に示すように、透光領域120上に、多数の正方形のコンタクト形成用透光領域121および補助透光領域123が形成されている。ここで、コンタクト形成用透光領域121と補助透光領域123とは、透過光の位相が異なる。また、コンタクト形成用透光領域121の補助露光領域123の配置されていない2方向の周辺（一端部および他端部）から任意距離だけ離れた位置に、領域の大きさが異なり露光パターンサイズより小さい大きさで、領域の透過光の位相が最近接のコンタクト形成用透光領域121と異なる（他の例として、同一の場合もある）光学補正領域122が配置されている。なお、この例では、コンタクト形成用透光領域121は、縦方向および横方向の間隔ともに同じ間隔で配列しているが、縦方向の間隔と横方向の間隔とは同じである必要はない。上記のコンタクト形成用透光領域121の一端は露光に用いる光の波長程度の長さで、例えばKrFエキシマレーザ光源を用いる場合0.24 μm で、それらの配列のピッチは、0.4～0.5 μm 程度である。また、光学補正領域122および補助透光領域123の大きさは、異なった大きさとしてある。

【0102】なお、光学補正領域122、123とコンタクト形成用透光領域121の間隔は、補正の効果の大きさから言えば狭い方がよいが、実際のマスク製造精度を考慮すると、0.10 μm 程度が妥当であると考えられる。上記した補助透光領域123の透過光の位相は、コンタクト形成用透光領域121の透過光の位相に対して、 $180^\circ \pm 90^\circ$ 度の範囲であれば位相シフトの効果は得られ、 180° 度の時がもっとも位相シフト効果大きい。また、透過光の透過率は0を超え1以下の範囲で任意に設定することができる。

【0103】上記のコンタクトホール形成用透光領域121および補助透光領域123の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホール寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。また、上記の光学補正領域122の寸法や位相および透過率は、形成すべきコンタクトホール寸法や間隔に応じた露光のシミュレーションを行って最適な値に設定される。

【0104】この第8の実施の形態の半導体装置製造用

(19)

特開平11-84625

35

位相シフト型マスクによれば、コンタクトホール形成用透光領域121の補助透光領域123の配置されていない2方向の一端部および他端部（以下、コンタクトホール形成用透光領域121の2方向の一端部および他端部と略する）に、光学補正領域122のパターンを設けたことにより、コンタクト形成用透光領域121の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域121においても、コンタクト形成用透光領域121の2方向の一端部および他端部以外のコンタクトホール形成用透光領域121と同様に、露光の際にコンタクト形成用透光領域121の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域121と光学補正領域122の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクト形成用透光領域121の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域121の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域122の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクト形成用透光領域121の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域121の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0105】さらに、コンタクトホール形成用透光領域121の2方向の一端部および他端部に、光学補正領域122を設けたことにより、全てのコンタクトホール形成用透光領域121の光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールを一定とすることが可能となる。本発明における半導体装置の製造方法は、上記した各実施の形態で説明した半導体装置製造用位相シフト型マスクを用いて露光することにより、ダイナミックRAM等の半導体集積回路のコンタクトホールを形成する方法であり、その効果は、上記の半導体装置製造用位相シフト型マスクの実施の形態で説明したのと同様である。

【0106】

【発明の効果】請求項1記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の

36

みを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0107】請求項2記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0108】請求項3記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0109】請求項4記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0110】請求項5、7または9記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透

(20)

特開平11-84625

37

光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0111】請求項6、8または10記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0112】請求項11記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。しかも、補助透光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置の光強度を増大させることができ、その位置に他のコンタクトホールを同時に形成することができ、工程数を削減できる。

【0113】請求項12記載の半導体装置製造用マスクによれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。しかも、補助透

38

光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置の光強度を増大させることができ、その位置に他のコンタクトホールを同時に形成することができ、工程数を削減できる。

【0114】請求項13または15記載の半導体装置製造用マスクによれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に光学補正領域のパターンを設けたことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0115】さらに、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に、光学補正領域を設けたことにより、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項14または16記載の半導体装置製造用マスクによれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周コーナー部分と最外周コーナー部分以外とで、光学補正領域の大きさを変えることにより、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部分全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。

【0116】請求項17または18記載の半導体装置製造用マスクによれば、コンタクトホール形成用透光領域の補助露光領域の配置されていない2方向の一端部および他端部（以下、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部と略する）に光学補正領域のパターンを設けたことにより、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域においても、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際にコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、

(21)

特開平11-84625

39

光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0117】さらに、コンタクトホール形成用透光領域の2方向の一端部および他端部とで、光学補正領域を設けたことにより、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項19記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0118】請求項20記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際にコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0119】請求項21記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露

40

光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0120】請求項22記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際に位相の異なる2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して2個のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、2個のコンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより各コンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0121】請求項23記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際にストレージノードコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0122】請求項24記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際にストレージノードコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0123】請求項25または27記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際にビット線コンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホ

(22)

特開平11-84625

41

ール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、ビット線コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0124】請求項26または28記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際にビット線コンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、ビット線コンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのビット線コンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0125】請求項29記載の半導体装置の製造方法によれば、露光の際にストレージノードコンタクトホール形成用透光領域の透過光と補助透光領域の透過光とが回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクトホール形成用透光領域と補助透光領域との境界領域で光強度に強弱が生じることになり、補助透光領域の透過光の位相を適切に設定することによりコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。しかも、補助透光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの間に

42

クトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに露光方法を最適化するだけで、ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域のみを形成した半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。しかも、補助透光領域の透過光の干渉によって、方形に近接した4個のDRAMセルのストレージノードコンタクトホールの間において4個の補助透光領域で囲まれた位置の光強度を増大させることができ、その位置にDRAMセルのビット線コンタクトホールを同時に形成することができ、工程数を削減できる。

【0126】請求項31または33記載の半導体装置の製造方法によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部に光学補正領域のパターンを設けた半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、最外周部のコンタクトホール形成用透光領域においても、最外周以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際に位相の異なる最外周のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉して最外周のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することにより最外周のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を実現することが可能となる。

【0127】さらに、コンタクトホール形成用透光領域全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。請求項32または34記載の半導体装置の製造方法によれば、コンタクトホール形成用透光領域の最外周コーナー部分と最外周コーナー部分以外とで、光学補正領域の大きさを変えることにより、コンタクトホール形成用透光領域の最外周部分全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。

【0128】請求項35または36記載の半導体装置の製造方法によれば、コンタクトホール形成用透光領域の補助透光領域の配置されていない2方向の一端部および他端部（以下、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部および他端部と略する）に光学補正領域のパターンを設けた半導体装置製造用マスクを用いて露光を行うことにより、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端部

(23)

特開平11-84625

43

および他端部のコンタクトホール形成用透光領域においても、コンタクト形成用透光領域の2方向の一端および他端部以外のコンタクトホール形成用透光領域と同様に、露光の際にコンタクト形成用透光領域の2方向の一端および他端部のコンタクトホール形成用透光領域と光学補正領域の透過光が回折し、それらの回折光が相互に干渉してコンタクト形成用透光領域の2方向の一端および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の境界領域で光強度に強弱が生じることになり、光学補正領域の透過光の位相および透過率を適切に設定することによりコンタクト形成用透光領域の2方向の一端および他端部のコンタクトホール形成用透光領域の周辺領域の回折による光強度の増加を抑えることが可能となり、露光用光源の波長を短くすることなしに、すなわち従来と同じ露光波長で、露光方法（光源の強度、露光時間等）を最適化するだけで、コンタクトホール形成用透光領域の透過光の位相が同一である半導体装置製造用マスクを用いて露光する場合に比べて、より微細なコンタクトホールの形成を實現することが可能となる。

【0129】さらに、コンタクトホール形成用透光領域 20 全ての光強度を最適化することが可能となり、全てのコンタクトホールの大きさを一定とすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における半導体装置製造用位相シフト型マスクの基本構成を示す上面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態における半導体装置製造用位相シフト型マスクの基本構成を示す上面図である。

【図3】DRAM基本セルのコンタクトホール配置を示す概略図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態におけるストレージノードコンタクトホールを示す上面図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態における半導体装置の製造方法を示す製造工程断面図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態におけるビット線コンタクトホールを示す上面図である。

【図7】本発明の第5の実施の形態におけるコンタクトホールを示す上面図である。

【図8】従来のコンタクトホールを示す上面図である。

【図9】本発明の第6の実施の形態における半導体装置製造用位相シフト型マスクの構成を示す上面図である。

【図10】本発明の第7の実施の形態における半導体装置製造用位相シフト型マスクの構成を示す上面図である。

【図11】本発明の第7の実施の形態における半導体装置製造用位相シフト型マスクの他の構成を示す上面図である。

【図12】本発明の第8の実施の形態における半導体装

44

置製造用位相シフト型マスクの構成を示す上面図である。

【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------------------|
| 10 | 透光領域 |
| 11 | コンタクトホール形成用透光領域 |
| 12 | 補助透光領域 |
| 20 | 透光領域 |
| 21 | コンタクトホール形成用透光領域 |
| 22 | コンタクトホール形成用透光領域 |
| 30 | ストレージノードコンタクトホール |
| 31 | ビット線コンタクトホール |
| 40 | 透光領域 |
| 41 | ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域 |
| 42 | 補助透光領域 |
| 43 | ストレージノードコンタクトホール |
| 51 | 酸化珪素膜 |
| 52 | 半導体基板 |
| 53 | フォトリソ |
| 54 | フォトリソパターン |
| 55 | ストレージノードコンタクトホール |
| 60 | 透光領域 |
| 61 | ビット線コンタクトホール形成用透光領域 |
| 62 | 補助透光領域 |
| 63 | ビット線コンタクトホール |
| 70 | 透光領域 |
| 71 | 補助透光領域 |
| 72 | ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域 |
| 73 | ビット線コンタクトホール |
| 74 | ストレージノードコンタクトホール |
| 80 | 透光領域 |
| 81 | コンタクトホール形成用透光領域 |
| 82 | コンタクトホール |
| 90 | 透光領域 |
| 91 | コンタクト形成用透光領域 |
| 92 | コンタクト形成用透光領域 |
| 93 | 光学補正領域 |
| 94 | 光学補正領域 |
| 100 | 透光領域 |
| 101 | コンタクト形成用透光領域 |
| 102 | コンタクト形成用透光領域 |
| 103 | 光学補正領域 |
| 104 | 光学補正領域 |
| 105 | 光学補正領域 |
| 106 | 光学補正領域 |
| 110 | 透光領域 |
| 111 | コンタクト形成用透光領域 |
| 112 | コンタクト形成用透光領域 |
| 113 | 光学補正領域 |

BEST AVAILABLE COPY

(24)

特開平11-84825

45

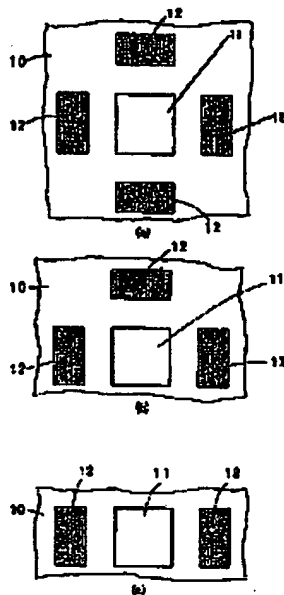
46

- 114 光学補正領域
115 光学補正領域
116 光学補正領域
120 遮光領域

- * 121 コンタクト形成用透光領域
122 光学補正領域
123 補助透光領域

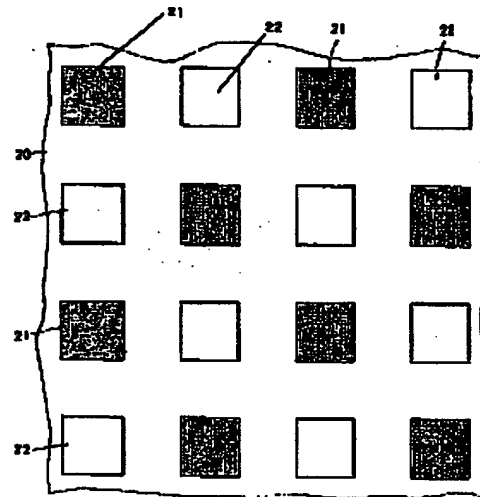
*

【図1】



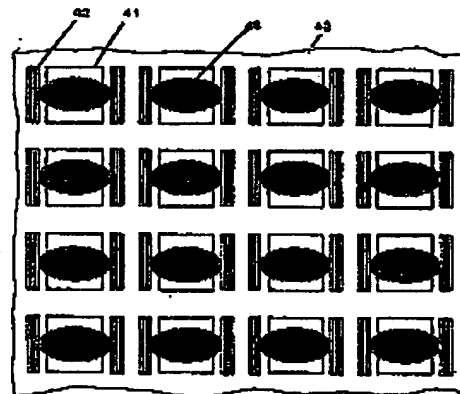
- 10 遮光領域
11 コンタクトホール形成用透光領域
12 補助透光領域

【図2】



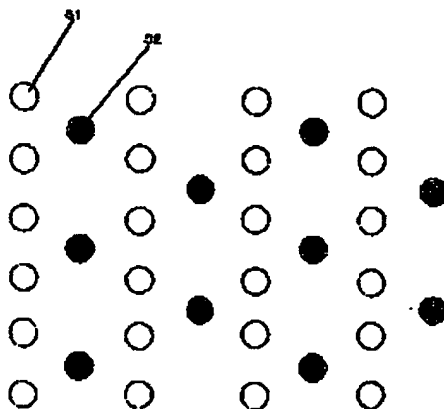
- 20 透光領域
21 コンタクトホール形成用透光領域
22 コンタクトホール形成用透光領域

【図4】



- 40 透光領域
41 ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域
42 補助透光領域
43 ストレージノードコンタクトホール

【図3】

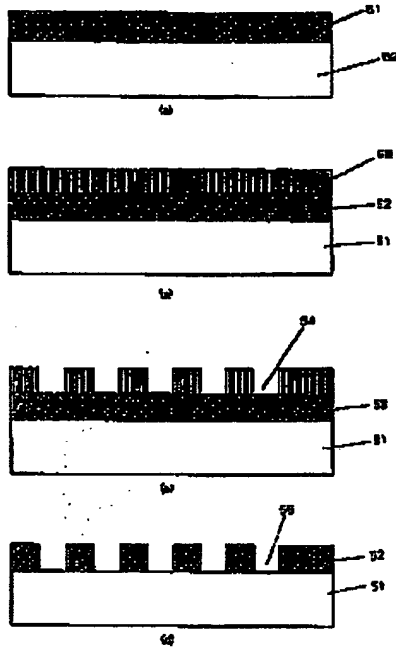


- 31 ストレージノードコンタクトホール
32 ビット線コンタクトホール

(25)

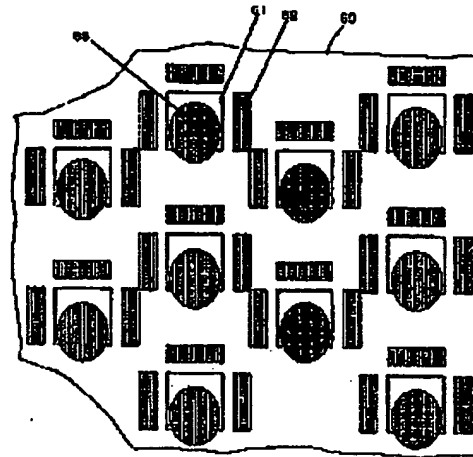
特開平11-84625

【図5】



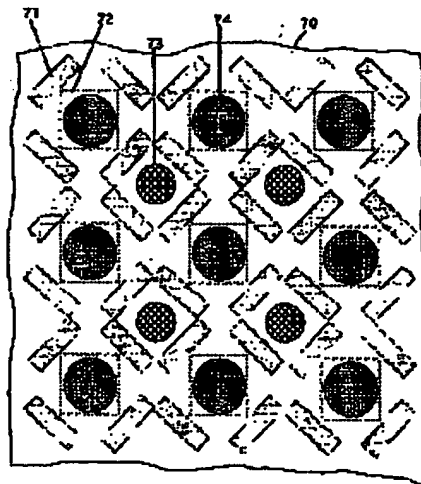
51 基板
52 フォトリソグ
53 フォトリソグパター
54 ストレージノードコンタクトホール

【図6】



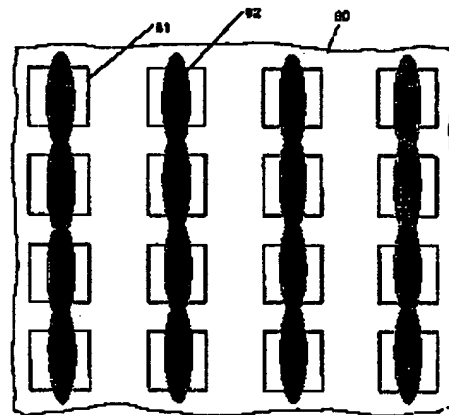
60 透光領域
61 ビット線コンタクトホール形成用透光領域
62 接触透光領域
63 ビット線コンタクトホール

【図7】



70 透光領域
71 接触透光領域
72 ストレージノードコンタクトホール形成用透光領域
73 ビット線コンタクトホール
74 ストレージノードコンタクトホール

【図8】



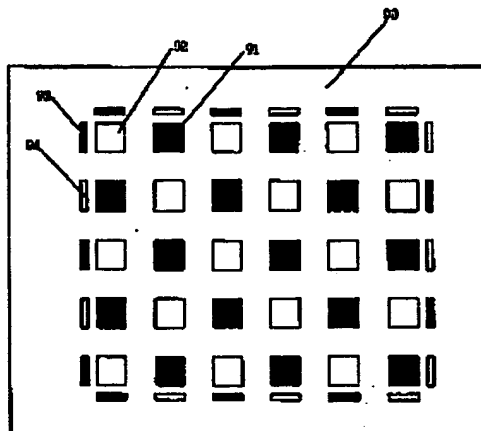
80 透光領域
81 コンタクトホール形成用透光領域
82 コンタクトホール

BEST AVAILABLE COPY

(25)

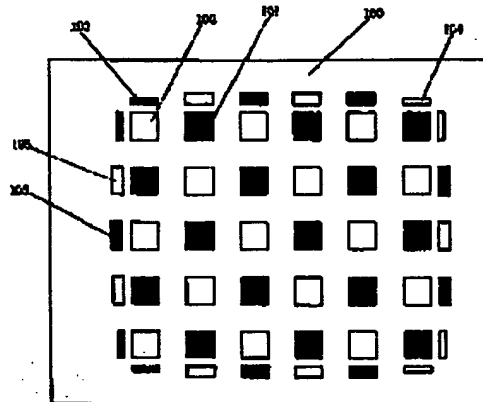
特開平11-84625

【図9】



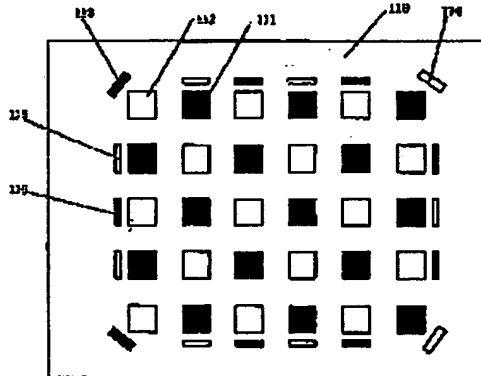
90 盛光領域
91 コンタクト形成用透光領域
92 コンタクト形成用透光領域
93 光學修正領域
94 光學修正領域

【図10】



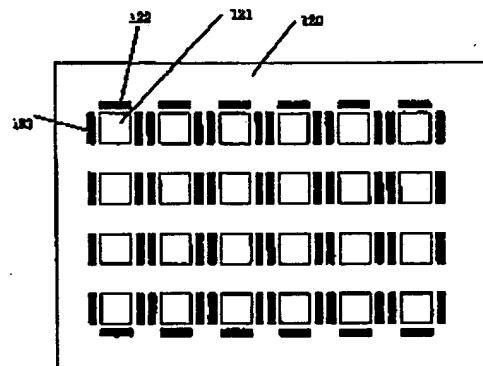
100 盛光領域
101 コンタクト形成用透光領域
102 コンタクト形成用透光領域
103 光學修正領域
104 光學修正領域
105 光學修正領域
106 光學修正領域

【図11】



110 盛光領域
111 コンタクト形成用透光領域
112 コンタクト形成用透光領域
113 光學修正領域
114 光學修正領域
115 光學修正領域
116 光學修正領域

【図12】



120 盛光領域
121 コンタクト形成用透光領域
122 光學修正領域
123 補助透光領域

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.